

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-292325

(43) Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl.

H04N 1/409

G06T 5/20

H04N 5/208

(21)Application number : 2000-105203

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 06.04.2000

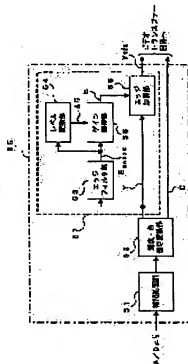
(72)Inventor : MURAKI ATSUSHI

(54) EDGE ENHANCEMENT DEVICE, EDGE ENHANCEMENT METHOD AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an edge enhancement device that can adaptively correct various types of edges from steep edges to rather smooth edges.

SOLUTION: In the extraction of an edge part and correction of the pixel value of the edge part in its increasing direction to enhance the edge, an image correction processing section 57 generates a variable amplification factor (ΔG) changed corresponding to a pixel value (EBASIC) of the edge part and applies the amplification factor to the pixel value of the edge part to generate an edge enhancement correction value (E). The amplification factor (ΔG) has a characteristic of increasing the edge enhancement correction value (E) when the pixel-value of the edge part resides in a large value area (an area where the EBASIC is large) more than when the pixel value of the edge part resides in a small value area (an area where the EBASIC is small).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than abandonment
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application] 19.09.2006

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 1/409		G 0 6 T 5/20	B 5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/20		H 0 4 N 5/208	5 C 0 2 1
H 0 4 N 5/208		1/40	1 0 1 D 5 C 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2000-105203(P2000-105203)	(71) 出願人	000001443 カシオ計算機株式会社 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(22) 出願日	平成12年4月6日(2000.4.6)	(72) 発明者	村木 淳 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ 計算機株式会社羽村技術センター内
		(74) 代理人	100096899 弁理士 鹿嶋 英貴

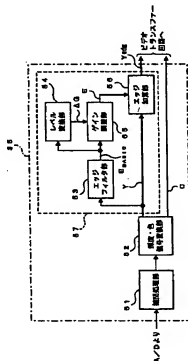
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッジ強調装置、エッジ強調方法および記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 メリハリのあるエッジから種やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るようにする。

【解決手段】 画像補正処理部57は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なう際に、前記エッジ部分の画素値の大きさ (E_{ASIC}) に対応して変化する可変の増幅係数 (ΔG) を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正值 (E) を生成する。前記増幅係数 (ΔG) は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域 (E_{ASIC} が小さい領域) にあるときよりも大きな値の領域 (E_{ASIC} が大きい領域) にあるときの方が前記エッジ強調用補正值 (E) を増加させる特性を持つ。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調装置において、

前記エッジ部分の画素値の大きさに応じて変化する可変の増幅係数を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、

前記増幅係数は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときよりも大きな値の領域にあるときの方が前記エッジ強調用補正値を増加させる特性を持つことを特徴とするエッジ強調装置。

【請求項 2】 画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調装置において、

注目画素を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度に対応して変化する可変の増幅係数を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、

前記増幅係数は、前記平面度が大きくなるほど前記エッジ強調用補正値を減少させる特性を持つことを特徴とするエッジ強調装置。

【請求項 3】 前記エッジ部分の抽出のための二次元フィルタを有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のエッジ強調装置。

【請求項 4】 画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、

この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、

このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、

前記抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のレベルに応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを備えたことを特徴とするエッジ強調装置。

【請求項 5】 前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルの変化量と前記ゲイン調整の度合いの変更量とが所定の関係を保つように前記ゲイン調整の度合いを変更することを特徴とする請求項 4 記載のエッジ強調装置。

【請求項 6】 前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルが低い領域と高い領域とで前記所定の関係を異ならせるように前記ゲイン調整の度合いを変更することを特徴とする請求項 5 記載のエッジ強調装置。

【請求項 7】 前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルが所定値以下の場合、前記ゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号のレベルが 0 になるように前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する手段を含むことを特徴とする請求項 4 乃至

請求項 6 いずれかに記載のエッジ強調装置。

【請求項 8】 前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルが所定値以上の場合、前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを固定する手段を含むことを特徴とする請求項 4 乃至請求項 7 いずれかに記載のエッジ強調装置。

【請求項 9】 画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、

この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、

このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、

周囲の重み付け係数よりも中心点の重み付け係数の方が小さい $n \times n$ 個の平面度評価フィルタを用いて前記画像信号の平面度を評価する評価手段と、

この評価手段により評価された画像信号の平面度に応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを備えたことを特徴とするエッジ強調装置。

【請求項 10】 前記中心点の重み付け係数は 0 であることを特徴とする請求項 9 記載のエッジ強調装置。

【請求項 11】 画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調装置において、

前記エッジ部分の画素値の大きさに応じて変化する可変の増幅係数を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、

前記増幅係数は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときよりも大きな値の領域にあるときの方が前記エッジ強調用補正値を増加させる特性を持つことを特徴とするエッジ強調装置。

【請求項 12】 画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調装置において、

注目画素を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度に対応して変化する可変の増幅係数を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、

前記増幅係数は、前記平面度が大きくなるほど前記エッジ強調用補正値を減少させる特性を持つことを特徴とするエッジ強調装置。

【請求項 13】 前記エッジ部分の抽出を二次元フィルタを用いて行うことを特徴とする請求項 11 または請求項 12 記載のエッジ強調装置。

【請求項 14】 画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうプログラムを格納した記録媒体において、

前記エッジ部分の画素値の大きさに応じて変化する可

変の増幅係数を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、

前記増幅係数は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときよりも大きな値の領域にあるときの方が前記エッジ強調用補正値を増加させる特性を持つことを特徴とするプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 15】 画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、

この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、

このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、

前記抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のレベルに応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを有するためのプログラムを格納したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 16】 画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうプログラムを格納した記録媒体において、

注目画素を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度に対応して変化する可変の増幅係数を発生し、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、

前記増幅係数は、前記平面度が大きくなるほど前記エッジ強調用補正値を減少させる特性を持つことを特徴とするプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 17】 画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、

この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、

このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、

周囲の重み付け係数よりも中心点の重み付け係数の方が小さい $n \times n$ 個の平面度評価フィルタを用いて前記画像信号の平面度を評価する評価手段と、

この評価手段により評価された画像信号の平面度に応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを有するためのプログラムを格納したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エッジ強調装置、エッジ強調方法および記録媒体に関する。詳しくは、デジタル画像のエッジ部分をシャープ（先鋭または強調ともいう）にして画質の劣化を改善し、もしくはメリハリのある画像に加工修正するエッジ強調装置、エッジ強調方法および記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタル画像の特殊効果（または画質改善）手法の一つにエッジ強調がある。これは画像内の輪郭（エッジ）部分を際立たせることによって画質に見た目のシャープさを与えるというものである。エッジ部分とは画像の二次元平面内で急激な信号変化を示す部分のことである。エッジ部分の抽出には二次元的なフィルタ、例えば、ソーベル（Sobel）やプレウィット（Prewitt）などの一次微分フィルタまたはラプラシアン（Laplacian）などの二次微分フィルタが用いられる。微分とは“差分”のことであり、いずれのフィルタもその原理は、注目画素を含む $n \times n$ 個（一般に $n=3$ ）の画素の値（画素値）に対し、各画素の位置に応じてあらかじめ定められた所定の係数を乗じ、各々の乗算結果を加算して注目画素の画素値に対するエッジ強調のための補正値を得るという点で共通する。この補正値の具体的な算出手順については後述する。

【0003】 エッジ強調は、デジタル画像に対する任意的加工手法（特殊効果や芸術的な効果を与えるために任意に行われるもの）の一つであるが、これ以外にもデジタルカメラ等の電子撮像デバイスを用いたデジタル画像生成装置（以下「電子スチルカメラ」という）における必然的画質改善手法としても用いられている。電子スチルカメラでは、撮影レンズや撮像デバイスなどの撮像系の光学的伝達関数（いわゆる OTF: Optical Transfer Function）や、デジタル信号変換ならびに各種信号処理の際の帯域制限などによって、デジタル画像信号の空間周波数の高域成分が失われやすく、画像のエッジ部分のシャープさが損なわれるため、特に画質重視の電子スチルカメラにあっては、エッジ強調による画像補正処理が欠かせないからである。

【0004】 図 9（a）は、上記画像補正処理のための構成を含む従来の電子スチルカメラの要部概念構成図である。この図において、被写体 1 の像は撮影レンズ等の光学系 2 を介して撮像デバイス 3（一般に CCD: Charge Coupled Device）で撮像され、アナログの画像信号 A に変換される。画像信号 A はアナログ/デジタル変換回路 4 によってデジタルの画像信号 D に変換された後、色処理回路 5 で、エッジ強調された輝度信号（以下「エッジ強調補正輝度信号 Yedg」という）と色信号 C とに分解されて取り出される。

【0005】 図 9（b）は、色処理回路 5 の構成図である。色処理回路 5 は撮像デバイス 3 の色フィルタで夫れた画素値をその周囲画素の画素値から求めて補間する補間処理部 6 と、画素補間された画像信号を輝度信号 Y と色信号 C とに変換する輝度・色信号変換処理部 7 と、輝度信号 Y からエッジ加算信号 E を取り出すエッジ検出部 8 と、輝度信号 Y とエッジ加算信号 E とを加算してエ

ッ強調補正済輝度信号 Y_{edg} を出力するエッジ加算部 9 を含み、エッジ検出部 8 およびエッジ加算部 9 は画像補正処理部 10 を構成する。

【0006】図 10 (a) は、画像補正処理部 10 の構成図である。画像補正処理部 10 はラプラシアンフィルタ等を用いて、注目画素に対するエッジ加算のための補正基礎信号 (エッジ信号) E_{basic} を生成 (抽出) するエッジフィルタ部 11 と、この補正基礎信号 E_{basic} をあらかじめ定められた固定の増幅係数 $G_{gammaic}$ 倍してゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ を出力するゲイン調整部 12 と、あらかじめ定められたしきい値以上のゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ をエッジ加算信号 E として出力 (しきい値未満のゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ の場合は $E=0$ として出力) するコアリング部 13 とを有する。

【0007】ここで、エッジフィルタ部 11 の動作概念を後述の実施例の図 (図 3) を参照しながら説明する。図 3 (a) において、 3×3 個の樹目は各々画素を表しており、中央の樹目は注目画素 (エッジ強調の対象画素)、その周囲の 8 個の画素は参照画素である。樹目内に記載された符号は各画素位置に対応してあらかじめ定められた係数である。この係数の値はフィルタの設計上、任意の値をとり得るが、基本的には、参照画素のすべての係数の加算値と注目画素の係数の値とが等しく (または略等しく)、且つ、注目画素に対して相関性が高い参照画素 (例えば上下左右の画素) の係数をそれ以外の参照画素の係数よりも大きくするという条件を満たす*

$$\begin{aligned} E_{basic} &= (0 \times K_{**}) + (1 \times K_{*}) + (1 \times K_{*z}) \\ &\quad + (1 \times K_t) + (1 \times K_{tz}) + (1 \times K_s) \\ &\quad + (0 \times K_{**}) + (0 \times K_s) + (1 \times K_c) \approx 0.333 \end{aligned}$$

.....①

$$\begin{aligned} E_{basic} &= (1 \times K_{**}) + (1 \times K_{*}) + (1 \times K_{*z}) \\ &\quad + (1 \times K_t) + (1 \times K_{tz}) + (1 \times K_s) \\ &\quad + (1 \times K_{**}) + (1 \times K_s) + (1 \times K_c) \approx 0 \end{aligned}$$

.....②

【0009】ゲイン調整部 10 は、これらの補正基礎信号 E_{basic} の値に、あらかじめ定められた固定の増幅係数 $G_{gammaic}$ を乗じてゲイン調整を行なう。例えば、説明を簡単化するために $G_{gammaic} = 1$ とすると、画素値 G_a に対応するゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ の値は “0.333” となり、画素値 G_b に対応するゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ の値は “0” となる。

【0010】ところで、実際の輝度信号 Y は多階調化されており、明るさに応じた離散的な値をとる。例えば、2 階調の場合、白レベルと黒レベルの間を 2 段階に区切ったうちの一つの値をとる。このため、非エッジ部分であっても、図 10 (c) のような理想状態になる (画素値が同一階調レベルで分布する) ことはきわめて希であって、通常は微小なレベル差をもって分布するから、非エッジ部分の注目画素 G_b に対応するゲイン調整済補

* していればよい。例えば、注目画素の係数を K_c とし、参照画素の係数を左上から時計回り方向に順次 K_{**} 、 K_{*} 、 K_{*z} 、 K_t 、 K_{tz} 、 K_s 、 K_{**} 、 K_s とすると、各計数値は次のとおり、設定できる。

$$\begin{aligned} K_c &= 1 \\ K_{**} &= -1/12 \\ K_{*} &= -2/12 \\ K_{*z} &= -1/12 \\ K_t &= -2/12 \\ K_{tz} &= -1/12 \\ K_s &= -2/12 \\ K_{**} &= -1/12 \\ K_s &= -2/12 \end{aligned}$$

【0008】今、二つの画素配列を考える。図 10

(b) は第一の画素配列例、図 10 (c) は第二の画素配列例である。第一の画素配列例は左一列が白レベル、中央と右の二列が黒レベルになっており、縦方向のエッジ部分を表している。第二の画素配列例は全面黒レベルの非エッジ部分を表している。白レベルと黒レベルの画素値をそれぞれ便宜的に “0” と “1” にすると、第一の画素配列例の画素値は、図 10 (d) のようになり、第二の画素配列例の画素値は、図 10 (e) のようになる。図 10 (d) の注目画素の画素値 G_a に対応する補正基礎信号 E_{basic} の値は次式①で、また、図 10 (e) の注目画素の画素値 G_b に対応する補正基礎信号 E_{basic} の値は次式②で求められる。

正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ の値は、殆ど “0” になることはなく、言い換えれば、多くの場合 “0” に近い微小な値になるが、非エッジ部分の注目画素 G_a に対しては、当然ながらエッジ強調を行なうてはならないので、微小な値を持つゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ を “0” にリミットするための回路部 (コアリング部 13) が設けられている。

【0011】図 11 は、コアリング部 13 の入出力特性図である。この図において、傾きが “1” である直線 14、15 の x 切片 (横軸との交点) はコアリング部 13 のしきい値に相当する。図示の例では、正方向のしきい値が “0.25”、負方向のしきい値が “-0.25” に設定されているため、ゲイン調整済補正基礎信号 $G_{E_{basic}}$ が “-0.25” ~ “+0.25” の範囲に収まっている場合、 $E=0$ となる。したがって、ゲイン調整

補正基礎信号 $G_{E,static}$ が上記範囲の微小な値を持つ場合は、そのゲイン調整補正基礎信号 $G_{E,static}$ を“0”にリミットして、不要なエッジ強調処理を行わないようにすることができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記画像補正処理部10においては、エッジフィルタ部11から取り出された補正基礎信号 E_{static} をあらかじめ定められた固定の増幅係数 G_{static} 倍する構成となっていたため、以下のような問題点があった。

【0013】(1) 一般に画像に含まれるエッジは、メリハリのあるものから穏やかなものまで様々であり、良好な画質を得るためには、これらのエッジの程度に応じた適切な強調補正を行わなければならないものの、上記従来技術においては、あらかじめ定められた固定の増幅係数 G_{static} を用いているために、その増幅特性が補正基礎信号 E_{static} に対して一律であり、エッジのタ

$$E_{static} = (0 \times K_{**}) + (0 \times K_*) + (0 \times K_{**}) + (0 \times K_*) + (0 \times K_{**}) + (0 \times K_*) + (1 \times K_c) = 1$$

したがって、 $G_{static} = 1$ とすると、 $G_{E,static} = 1$ となり、 $G_{E,static}$ がコアリング部13のしきい値(0.25)を超えるから、非エッジ部分であるにも関わらず、 $E = G_{E,static} - \text{しきい値}$ (すなわち $E = 0.75$)となって、エッジ加算部9で不要な加算処理(この例では $0.75 + Y$)が行われる結果、却って孤立点ノイズ(注目画像の画素値)を強調し、目立たせてしまうという問題点がある。

【0015】本発明が解決しようとする第1の課題は、メリハリのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るエッジ強調装置を提供することにある。また、第2の課題は、孤立点ノイズを目立たせることなく、しかも、メリハリのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るエッジ強調装置、エッジ強調方法および記録媒体を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係るエッジ強調装置は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調装置において、前記エッジ部分の画素値の大きさに応じて変化する可変の増幅係数を生じ、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、前記増幅係数は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときよりも大きな値の領域にあるときの方が前記エッジ強調用補正値を増加させる特性を持つことを特徴とする。請求項2記載の発明に係るエッジ強調装置は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向

* イブごとに適切な増幅特性を与えることができない点で不都合があった。すなわち、増幅係数 G_{static} をメリハリのあるエッジに適合させて設定した場合は穏やかなエッジに対して過大となってしまう、逆に、穏やかなエッジに適合させて設定した場合はメリハリのあるエッジに対して過小となってしまう結果、実際上はいずれか一方を犠牲にするか、または、両者の妥協点に増幅係数 G_{static} を設定せざるを得ず、様々なタイプのエッジを適応的に補正(強調)して良好な画質を得ることができないという点で改善すべき問題点があった。

【0014】(2) また、例えば、注目画像の画素値を“1”、その周辺画像の画素値を“0”とする 3×3 様線の画素分布を考える(図8の左端の概念図を参照)。これは中央の画素が周囲から孤立するいわゆる孤立点ノイズを含む画素分布である。この場合の注目画像の画素値に適用する補正基礎信号 E_{static} の値は次式で求められる。

$$E_{static} = (0 \times K_{**}) + (0 \times K_*) + (0 \times K_{**}) + (0 \times K_*) + (0 \times K_{**}) + (0 \times K_*) + (1 \times K_c) = 1$$

.....③

に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調装置において、注目画像を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度に対応して変化する可変の増幅係数を生じ、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、前記増幅係数は、前記平面度が大きくなるほど前記エッジ強調用補正値を減少させる特性を持つことを特徴とする。請求項3記載の発明に係るエッジ強調装置は、請求項1または請求項2記載の発明において、前記エッジ部分の抽出のための二次元フィルタを有することを特徴とする。請求項4記載の発明に係るエッジ強調装置は、画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、前記抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のレベルに応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを備えたことを特徴とする。請求項5記載の発明に係るエッジ強調装置は、請求項4記載の発明において、前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルの変化量と前記ゲイン調整の度合いの変更量とが所定の関係を保つように前記ゲイン調整の度合いを変更することを特徴とする。請求項6記載の発明に係るエッジ強調装置は、請求項5記載の発明において、前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルが低い領域と高い領域とで前記所定の関係を異ならせるように前記ゲイン調整の度合いを変更することを特徴とする。請求項7記載の発明に係るエッジ強調装置は、請求項4乃至請求項6い

れかに記載の発明において、前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルが所定値以下の場合、前記ゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号のレベルが0になるように前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する手段を含むことを特徴とする。請求項8記載の発明に係るエッジ強調装置は、請求項4乃至請求項7いずれかに記載の発明において、前記変更手段は、前記エッジ部分の信号のレベルが所定値以上の場合、前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを固定する手段を含むことを特徴とする。請求項9記載の発明に係るエッジ強調装置は、画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、周囲の重み付け係数よりも中心点の重み付け係数の方が小さい $n \times n$ 個の平面度評価フィルタを用いて前記画像信号の平面度を評価する評価手段と、この評価手段により評価された画像信号の平面度に応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを備えたことを特徴とする。請求項10記載の発明に係るエッジ強調装置は、請求項9記載の発明において、前記中心点の重み付け係数は0であることを特徴とする。請求項11記載の発明に係るエッジ強調方法は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調方法において、前記エッジ部分の画素値の大きさに応じて変化する可変の増幅係数を生じ、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、前記増幅係数は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときよりも大きな値の領域にあるときの方が前記エッジ強調用補正値を増加させる特性を持つことを特徴とする。請求項12記載の発明に係るエッジ強調方法は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうエッジ強調方法において、注目画素を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度に対応して変化する可変の増幅係数を生じ、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、前記増幅係数は、前記平面度が大きくなるほど前記エッジ強調用補正値を減少させる特性を持つことを特徴とする。請求項13記載の発明に係るエッジ強調方法は、請求項11または請求項12記載の発明において、前記エッジ部分の抽出を二次元フィルタを用いて行うことを特徴とする。請求項14記載の発明に係る記録媒体は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうプログラムを格納した記録媒体において、前記エッジ部分の画素値の大きさに応じて変化する可変の増幅係数を生じ、該増幅係数を前記エ

ジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、前記増幅係数は、前記エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときよりも大きな値の領域にあるときの方が前記エッジ強調用補正値を増加させる特性を持つことを特徴とする。請求項15記載の発明に係る記録媒体は、画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、前記抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のレベルに応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを実現するためのプログラムを格納したことを特徴とする。請求項16記載の発明に係る記録媒体は、画像のエッジ部分を抽出し、そのエッジ部分の画素値を増大方向に修正してエッジ強調を行なうプログラムを格納した記録媒体において、注目画素を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度に対応して変化する可変の増幅係数を生じ、該増幅係数を前記エッジ部分の画素値に適用してエッジ強調用補正値を生成するとともに、前記増幅係数は、前記平面度が大きくなるほど前記エッジ強調用補正値を減少させる特性を持つことを特徴とする。請求項17記載の発明に係る記録媒体は、画像信号中のエッジ部分の信号を抽出する抽出手段と、この抽出手段により抽出されたエッジ部分の信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、このゲイン調整手段によりゲインが調整されたエッジ部分の信号を用いて前記画像信号中のエッジ部分を強調するエッジ強調手段と、周囲の重み付け係数よりも中心点の重み付け係数の方が小さい $n \times n$ 個の平面度評価フィルタを用いて前記画像信号の平面度を評価する評価手段と、この評価手段により評価された画像信号の平面度に応じて前記ゲイン調整手段によるゲイン調整の度合いを変更する変更手段とを実現するためのプログラムを格納したことを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、電子スチルカメラを例にして、図面を参照しながら説明する。なお、本発明の適用は、以下の電子スチルカメラに限定されない。デジタル画像を取り扱う装置またはプロセスであればよく、例えば、イメージスキャナ、ファクシミリ、プリンタ、デジタルビデオカメラ、デジタル画像編集機など様々な装置に適用できる。または、これらの装置と同等の機能をパーソナルコンピュータのハードウェア上で実現するためのプロセスを含むアプリケーションプログラムソフトに適用することができ

【0018】

図1は、電子スチルカメラのブロック図である。図示の電子スチルカメラは、その機能から、被写体の画像信号を生成する画像生成系20、画像信号を一

時的に保存して再生処理やその他の加工処理などに便宜を図る一時保存記憶系21、キャプチャ画像を長期保存する長期保存記憶系22、撮影時の構図確認や再生画像を表示したりする画像表示系23、長期保存記憶系22に保存する際に画像信号を圧縮処理したり長期保存記憶系22から読み出された画像信号を伸張処理したりする圧縮・伸張処理系24、電子スチルカメラの動作全体を制御する制御系25およびデータ転送系26などに分けることができる。以下、それぞれの系毎に構成を説明する。

【0019】画像生成系20は、被写体像を撮像デバイスで撮像して電気信号に変換し、この電気信号から所定周期の画像信号（フレーム画像信号ともいう）を生成して出力する。本実施の形態ではカラーの画像信号を生成するが、モノクロの画像信号であっても構わない。画像生成系20は、写真レンズや絞り機構を含む光学系29、光学系29を通過した被写体からの光を電気信号に変換して所定周期のフレーム画像信号を出力するCCD等の撮像デバイス（以下「CCD」で代表する）30、CCD30を駆動するためのドライバ31、CCD30の撮像時間（電子的なシャッタ時間）を制御する信号などの各種タイミング信号を発生するタイミング発生器32、CCD30から出力されたフレーム画像信号をサンプリング（例えば相関二重サンプリング）してノイズを除去するサンプルホールド回路33、ノイズ除去後のフレーム画像信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換器34を含む。さらに、アナログデジタル変換器34からの出力を用いて輝度信号Yと色信号Cからなる輝度・色差合成信号（以下「YUV信号」ということもある）を生成するカラープロセス回路35を含む。このカラープロセス回路35は、光学系29やCCD30などの前段回路およびカラープロセス回路35の内部処理等によって失われた画像信号中の高域成分を補うための画像補正処理部（図2の画像補正処理部57；詳細は後述）を備えている。

【0020】一時保存記憶系21は、書き換え可能な記憶媒体（例えば、DRAMやSRAMなどの半導体メモリ）で構成された所定記憶容量のバッファメモリ37を含む。このバッファメモリ37は、少なくとも、データ転送系26を介して画像生成系20から取り込まれた画像信号またはデータ転送系26を介して長期保存記憶系22から取り込まれた画像信号を展開できる充分な大きさ（記憶容量）のバッファ領域を備える。長期保存記憶系22は、書き換え可能な不揮発性記憶媒体、例えば、フラッシュメモリ39で構成されており、このフラッシュメモリ39は、圧縮・伸張処理系24で圧縮処理された所定形式の画像ファイルを数少ない数百記憶できる容量を持つ。なお、フラッシュメモリ39は取り外し可能な形状（例えば、カード型）になっているもよい。

【0021】画像表示系23は、画像生成系20から所

定周期で出力される画像信号を構図確認のために再生表示（いわゆるスルー画像表示）したり、フラッシュメモリ39に記録済みの画像を再生表示したりするもので、再生画像の大きさを表示サイズに変換したりするデジタルビデオエンコーダ42、デジタルビデオエンコーダ42からの出力を画面上に表示するカラーの液晶ディスプレイ43、液晶ディスプレイ43の表示画面上のタッチ座標を検出するタッチパネル44、タッチパネル44の出力信号を所定の形式に変換して制御系25に出力するタッチパネルI/F（インターフェース）45を含む。圧縮・伸張処理系24は、バッファメモリ37に保存された画像信号を所定のフォーマット（例えばJPEG: joint photographic experts group）で圧縮処理し、また、フラッシュメモリ39に保存された圧縮画像ファイルを同フォーマットで伸張処理する。制御系25は、所定の制御プログラムを実行して電子スチルカメラの動作全体を制御するCPU40、シャッターキーをはじめとする各種キーの操作にตอบสนองして所要のキー操作信号を発生し、そのキー操作信号をCPU40に出力するキー入力部41を含む。データ転送系26は、各系間のデータの流れる制御するビデオトランスファ回路36、および、各系間を接続するバス（データバス、アドレスバスおよびコントロールラインの総称）45を含む。

【0022】図2は、カラープロセス回路35の構成図である。カラープロセス回路35は、CCD30の色フィルタで失われた画素値をその周囲画素の画素値から求めて補間する補間処理部51と、補間された画像信号を輝度信号Y（明るさ情報を持つ信号）と色信号C（色み情報を持つ信号；一般に色差信号）とに変換する輝度・色信号変換処理部52と、ラプラシアンフィルタ等を用いて注目画素に対応する補正基礎信号 E_{base} を生成するエッジフィルタ部53（発明の要旨に記載の二次元フィルタ、抽出手段に相当）と、この補正基礎信号 E_{base} に基づいて可変の増幅係数 ΔG を生成するレベル変換部54と、補正基礎信号 E_{base} を ΔG 倍してゲイン調整する（ゲイン調整後の E_{base} を E とする）ゲイン調整部55と、エッジ加算信号 E （発明の要旨に記載のエッジ強調補正値に相当）と輝度信号Yとを加算してエッジ強調補正済輝度信号 Y_{edg} を取り出すエッジ加算部56とを含む。エッジフィルタ部53、レベル変換部54、ゲイン調整部55およびエッジ加算部56は一体として画像補正処理部57（発明の要旨に記載のエッジ強調装置、ゲイン調整手段、変更手段に相当）を構成する。

【0023】図3（a）は、エッジフィルタ部53のフィルタ概念図である。この図において、便宜的に示す3×3個の樹目は各々画素を表しており、中央の樹目は注目画素（エッジ強調の対象画素）、その周囲の8個の画素は参照画素である。冒頭に説明したとおり、樹目内に

記載された符号 (K_{xx} , K_x , K_{xx} , K_x , K_{xx} , K_x , K_{yy} , K_y , K_{yy}) は各画素位置に対応してあらかじめ定められた係数 (フィルタ係数) であり、この係数の値は、参照画素のすべての係数の加算値と注目画素の係数の値とが等しく (または略等しく)、且つ、注目画素に対して相関性が高い周辺画素 (例えば上下左右の画素) の係数をそれ以外の周辺画素の係数より大きくすると *

$$(-2/12) \times 4 + (-1/12) \times 4 = 1, 0 \quad \cdots \cdots \textcircled{4}$$

であるから、両者の値はほぼ一致し、上記の条件を満たしている。エッジフィルタ部 53 は、輝度・色信号変換部 52 から出力された輝度信号 Y を取込み、その輝度信号 Y の 3×3 画素ごとに、図 3 (b) のフィルタ係数を適用して輝度信号 Y の注目画素に対する補正基礎信号 E_{basic} を生成する。例えば、輝度信号 Y の分布を前述の第一の画素配列例 (図 10 (b) および図 10 (c) 参照) とした場合、補正基礎信号 E_{basic} は前式 (1) より、約 "0.33" になる。または、輝度信号 Y の分布を前述の第二の画素配列例 (図 10 (c) および図 10 (e) 参照) とした場合、補正基礎信号 E_{basic} は前式 (2) より、約 "0" になる。

【0025】レベル変換部 54 は、補正基礎信号 E_{basic} の大きさに応じて変化する増幅係数 ΔG を発生する。図 4 (a) は、補正基礎信号 E_{basic} と増幅係数 ΔG との対応関係を示す相関図である。縦軸は増幅係数 ΔG の大きさを表し、横軸は補正基礎信号 E_{basic} の大きさを表している。任意時点の増幅係数 ΔG の大きさは、そのときの補正基礎信号 E_{basic} の大きさと特性線 61 a、61 b との交点から導き出される。例えば、図示の例では、 $E_{\text{basic}} = 0.5$ のとき、 $\Delta G = 0.33$ となり、 $E_{\text{basic}} = 0.75$ のとき、 $\Delta G = 0.667$ となり、 $E_{\text{basic}} = 1.0$ のとき、 $\Delta G = 1.0$ となる。但し、特性線 61 a、61 b の x 切片 (横軸との交点) は正の領域で S_L 、負の領域で $-S_L$ であり、例えば、 $S_L = 0.25$ 、 $-S_L = -0.25$ である。したがって、補正基礎信号 E_{basic} の大きさが $S_L \sim -S_L$ の範囲内に収まっている場合、 ΔG は "0" にリミットされる。

【0026】図 4 (b) は、補正基礎信号 E_{basic} とエッジ加算信号 E との対応関係を示す相関図である。縦軸はエッジ加算信号 E の大きさを表し、横軸は補正基礎信号 E_{basic} の大きさを表している。任意時点のエッジ加算信号 E の大きさは、そのときの補正基礎信号 E_{basic} の大きさと特性線 62 a、62 b との交点から導き出される。例えば、図示の例では、 $E_{\text{basic}} = 0.5$ のとき、 $0.5 \times \Delta G_{(0.5)} = 0.167$ となり、 $E_{\text{basic}} = 0.75$ のとき、 $0.75 \times \Delta G_{(0.75)} = 0.5$ となり、 $E_{\text{basic}} = 1.0$ のとき、 $1.0 \times \Delta G_{(1.0)} = 1.0$ となる。ここに、 $\Delta G_{(x)}$ は、図 4 (a) において、 $E_{\text{basic}} = 0.5$ のときの ΔG の大きさ (0.33) であり、 $\Delta G_{(0.75)}$ は、同図において、 $E_{\text{basic}} =$

* いう条件を満たしている限り任意である。

【0024】図 3 (b) は、フィルタ係数の一例を示す図である。すなわち、注目画素に対して相関性が高い上下左右の四つの画素の係数を " $-2/12$ " とし、相関性が低い四隅の画素の係数を " $-1/12$ " とした例である。注目画素の係数は "1" であり、8 つの参照画素の係数合計値は、

0.75 のときの ΔG の大きさ (0.667) であり、 $\Delta G_{(0.5)}$ は、同図において、 $E_{\text{basic}} = 1.0$ のときの ΔG の大きさ (1.0) である。特性線 62 a の上に示した三つの位置 ($P_{0.1}$, $P_{0.5}$, および $P_{1.0}$) は、それぞれ $E = 0.167$, $E = 0.5$ および $E = 1.0$ のときの補正基礎信号 E_{basic} との交点を表しており、これらの交点から、特性線 62 a は、「補正基礎信号 E_{basic} が大きくなるほど指数関数的に増加する変化傾向を有している」ということができる。なお、この傾向は極性が異なるだけで負の領域における特性線 62 b についても同様である。位置 $P_{0.1}$ は発明の要旨に記載の

20 "小さな値の領域" に相当し、 $P_{0.5}$, および $P_{1.0}$ は同要旨に記載の "大きな値の領域" に相当する。

【0027】上記の変化傾向、すなわち、補正基礎信号 E_{basic} が大きくなるほどエッジ加算信号 E が指数関的に増加するという特性線 62 a、62 b の傾向は、本発明の第 1 の課題 (メモリリハのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るようにすること) を達成するために、欠くことのできない重要なポイントである。メモリリハのあるエッジ部分では、補正基礎信号 E_{basic} が大きく、したがって、エッジ加算信号 E も大きくなるため、この大きなエッジ加算信号 E によって強めのエッジ補正が行われるのに対し、穏やかなエッジ部分では、補正基礎信号 E_{basic} が小さく、したがって、エッジ加算信号 E も小さくなるため、この小さなエッジ加算信号 E によって弱めのエッジ補正が行われるからである。

【0028】本実施の形態の電子ステルカメラは、CCD 30 で撮像した画像信号を $S/H 33$ を介して A/D 34 でデジタル変換し、そのデジタル変換された画像信号をカラープロセス回路 35 に取り込み、このカラープロセス回路 35 で画像信号から輝度信号 Y と色信号 C を生成するとともに、輝度信号 Y の中からエッジ成分 (補正基礎信号 E_{basic}) を取り出し、そのエッジ成分の大きさに応じたエッジ加算信号 E を輝度信号 Y に加算して、所要のエッジ強調補正 (光学系 29 や CCD 30 などの OFT および各種帯域制限によって失われた高域成分を補って画像の劣化を修正すること) し、補正後の輝度信号 (補正済輝度信号 Y_{ed}) と色信号 C をビデオトランスファ回路 36 を介してバッファメモリ 37 に書込み、スルー画像として液晶ディスプレイ 43 に表示したり、フラッシュメモリ 39 に記録したりする。

15

【0029】ここで、本発明の第1の課題は、「メリハリのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得る」ようにすることにある。

上記実施の形態はこの課題を解決することができるものである。前記従来例の増幅係数 G_{STATIC} は、補正基礎信号 E_{ASIC} の大きさに関らず一律であった。今、 $E_{ASIC}=0.5$ 、 $E_{ASIC}=0.75$ 、 $E_{ASIC}=1.0$ の三つの例を考える。従来例の増幅係数 G_{STATIC} を便宜的に「1」とすると、従来例におけるエッジ加算信号 E は「 $E=E_{ASIC} \times G_{STATIC}$ 」コアリング部13のしきい値」で与えられるから、上記三つの例のそれぞれは、 $E=0.25$ 、 $E=0.5$ 、 $E=0.75$ となる。すなわち、 $E_{ASIC}=0.5$ のときの補正済輝度信号 Y_{edg} は「 $Y_{edg}=Y+0.25$ 」となり、 $E_{ASIC}=0.75$ のときの補正済輝度信号 Y_{edg} は「 $Y_{edg}=Y+0.5$ 」となり、 $E_{ASIC}=1.0$ のときの補正済輝度信号 Y_{edg} は「 $Y_{edg}=Y+0.75$ 」となる。

【0030】一方、本実施の形態における増幅係数 ΔG は、補正基礎信号 E_{ASIC} の大きさに応じて変化する。正確には増幅係数 ΔG は、補正基礎信号 E_{ASIC} が大きくなるほど指数関数的に増加する変化傾向を有している。増幅係数 ΔG の具体的な値の一例は、図4(b)に示すように、 $E_{ASIC}=0.5$ のとき $\Delta G=0.33$ 、 $E_{ASIC}=0.75$ のとき $\Delta G=0.667$ 、 $E_{ASIC}=1.0$ のとき $\Delta G=1.0$ である。本実施の形態におけるエッジ加算信号 E は「 $E=E_{ASIC} \times \Delta G$ 」で与えられるから、上記三つの例のそれぞれは、 $E=0.5 \times 0.33$ 、 $E=0.75 \times 0.667$ 、 $E=1.0 \times 1.0$ となる。すなわち、 $E_{ASIC}=0.5$ のときの補正済輝度信号 Y_{edg} は「 $Y_{edg}=Y+0.5 \times 0.33 \approx Y+0.167$ 」となり、 $E_{ASIC}=0.75$ のときの補正済輝度信号 Y_{edg} は「 $Y_{edg}=Y+0.75 \times 0.667 \approx Y+0.5$ 」となり、 $E_{ASIC}=1.0$ のときの補正済輝度信号 Y_{edg} は「 $Y_{edg}=Y+1.0 \times 1.0 = Y+1.0$ 」となる。

【0031】これを前記従来例の補正済輝度信号 Y_{edg} の算出例（ $Y_{edg}=Y+0.25$ 、 $Y_{edg}=Y+0.5$ 、 $Y_{edg}=Y+0.75$ ）と対比してみると、まず、補正基礎信号 E_{ASIC} の値が小さい場合（ $E_{ASIC}=0.5$ ）は、従来例の「 $Y_{edg}=Y+0.25$ 」に対して、本実施の形態は「 $Y_{edg}=Y+0.167$ 」であるから、両者の差（凡そ「 $0.25-0.167=0.083$ 」）だけエッジ強調の度合いが弱められている。次に、補正基礎信号 E_{ASIC} の値が中程度に小さい場合（ $E_{ASIC}=0.75$ ）は、従来例の「 $Y_{edg}=Y+0.5$ 」に対して、本実施の形態も「 $Y_{edg}=Y+0.5$ 」であるから、両者に差はなく、必要とされる強さの強調が行われている。最後に、補正基礎信号 E_{ASIC} の値が大きい場合（ $E_{ASIC}=1.0$ ）は、従来例の「 $Y_{edg}=Y+0.75$ 」に対して、本実施の形態

16

は「 $Y_{edg}=Y+1.0$ 」であるから、両者の差（凡そ「 $1-0.75=0.25$ 」）だけエッジ強調の度合いが強められている。

【0032】したがって、本実施の形態では、増幅係数 ΔG を補正基礎信号 E_{ASIC} の大きさに応じて変化するようにしたから、「メリハリのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得る」ようにでき、本発明の第1の課題を解決した電子ステルカメラを提供することができる。

【0033】なお、上記の実施の形態では、増幅係数 ΔG の変化を線形的なもの（図4(a)の特性線61a、61b参照）としているが、これに限定されない。例えば、図4(a)の縦軸と横軸の交点から所定の傾きをもって増加するようにし、その後にはコアリングを行なうようにしてもよいし、あるいは、図5(a)に示すように、いくつかの屈曲点を持つ直線としてもよい。図5(a)において、補正基礎信号 E_{ASIC} と増幅係数 ΔG との関係を表す特性線は、この例の場合、第1直線部63a（発明の要旨に記載の「小さな値の領域」に相当）、第2直線部63b（発明の要旨に記載の「大きな値の領域」に相当）および第3直線部63cとして構成されており、第1直線部63aは補正基礎信号 E_{ASIC} の微小値領域を担当し、第2直線部63bは補正基礎信号 E_{ASIC} の中間値領域を担当し、第3直線部63cは補正基礎信号 E_{ASIC} の最大値（リミット）領域を担当する。

【0034】図からも理解されるように、これら三つの直線の傾きは、第2直線部63bが最も急で、第1直線部63aがそれに次ぎ、第3直線部63cは最低（ゼロ）となっている。着目すべきは、第1直線部63aと第2直線部63bの傾きの違いである。この違いにより、補正基礎信号 E_{ASIC} の微小値領域では小さな増幅係数 ΔG を得ることができる一方、補正基礎信号 E_{ASIC} の中間値領域では比較的小さい増幅係数 ΔG を得ることができる一方、補正基礎信号 E_{ASIC} の最大値領域では比較的大きな増幅係数 ΔG を得ることができる。その結果、「メリハリのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得る」ようにでき、本発明の第1の課題を解決した電子ステルカメラを提供することができるからである。

【0035】なお、特性線を構成する直線の数は例示のよう三つ（第1直線部63a～第3直線部63c）に限らない。二つであってもよいし、三つ以上であってもよい。要は、補正基礎信号 E_{ASIC} が大きくなるほど、大きな増幅係数 ΔG が得られるような特性線構造にならなければならない。また、図では第3直線部63cの傾きをゼロとしたが、これは、過大なエッジ強調を防止するための実用上の工夫である。補正基礎信号 E_{ASIC} の大きさが第2直線部63bを超える場合、増幅係数 ΔG の大きさを所定値に制限でき、過大なエッジ強調（過補正）を防止できる。

50

17

【0036】また、上記実施の形態では、エッジフィルタ部53から取り出された補正基礎信号 E_{basic} をそのままゲイン調整部55に入力したが、この構成に限らず、例えば、ノイズ抑制のためのコアリング部を設けてもよい。図5(b)はその構成例であり、エッジフィルタ部53とゲイン調整部55との間に設けられたコアリング部66は、前述の従来例におけるコアリング部13と同等の働きをする。すなわち、図示のコアリング部66はあらかじめ定められたしきい値以上の補正基礎信号 E_{basic} をコアリング済補正基礎信号 $C E_{basic}$ としてゲイン調整部55に与えるとともに、しきい値未満の補正基礎信号 E_{basic} を「0」にリミットし、 $C E_{basic}=0$ としてゲイン調整部55に与える。上記実施の形態においてもSLの値を「0.25」に設定することにより同様の効果を得ているため、このようなコアリング部66を設けてSLの値を「0」に設定する構成によっても上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0037】次に、本発明の第2の課題（孤立点ノイズを目立たせることなく、しかも、メリハリのあるエッジから穏やかなエッジまで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るよう）を達成できるようにした他の実施の形態について説明する。図6(a)はその要部構成図であり、前記実施の形態の画像補正処理部57の変形構成図である。図において、前記実施の形態と共通の構成要素には同一の符号を付してある。ゲイン調整部55はエッジフィルタ部53からの補正基礎信号 E_{basic} と平面度評価フィルタ部67（発明の要旨に記載の“ $n \times n$ 個の画素平面”および評価手段に相当）からの増幅係数 $\Delta G'$ との積に相当する値を持つエッジ加算信号 E を出力する。平面度評価フィルタ部67は、例えば、図6(b)に示すような、 3×3 構成のフィルタであり、フィルタの中央画素（注目画素）の係数は「0」、周辺画素のうち注目画素に対する影響が大きい上下左右の四つの画素の係数は「 $1/4$ 」、その他の周辺画素（四隅の画素）の係数は「 $-1/4$ 」である。これらの係数の関係は冒頭で説明したとおり、すべての係数の加算結果が「0」になる（または限りなくゼロに近くなる）というものである。

【0038】このような構成で孤立点ノイズが抑制されることを検証する。図7および図8はその説明図である。まず、図7において、左端に示す画素分布例は通常のエッジ部分（この例では縦方向のエッジ部分）である。このような画素配列に対しては、意図したエッジ強調を實行できなければならない。エッジフィルタ部53の係数を図示のとおりとすると、エッジフィルタ部53における各要素間の積は、画素分布例のレベル1の画素（上、右、右、右、下、中央の各画素）について、それぞれ、「 $1 \times (-2/12)$ 」、「 $1 \times (-1/12)$ 」、「 $1 \times (-2/12)$ 」、「 $1 \times (-1/12)$ 」、「 $1 \times (-2/12)$ 」および「 1×1 」とな

18

り、これらの加算結果である補正基礎信号 E_{basic} は「0.333」となる。一方、平面度評価フィルタ部67における各要素間の積は、画素分布例のレベル1の画素（上、右、右、右、下、中央の各画素）について、それぞれ、「 $1 \times (1/4)$ 」、「 $1 \times (-1/4)$ 」、「 $1 \times (1/4)$ 」、「 $1 \times (-1/4)$ 」、「 $1 \times (1/4)$ 」および「 1×0 」となり、これらの加算結果である増幅係数 $\Delta G'$ は「0.25」となる。したがって、この場合のゲイン調整部55の出力（エッジ加算信号 E ）は「0.083」となり、エッジ加算部56（図2参照）において輝度信号 Y にこの値「0.083」が加えられる結果、同加算分に相当するエッジ強調補正を支援なく行なうことができる。

【0039】次に、図8において、左端に示す画素分布例は孤立点ノイズ（注目画素だけが周囲と大きく異なったレベルを持つもの）を含んでいる。孤立点ノイズを含む画素配列は非エッジ部分であり、このような画素配列に対してはエッジ強調を行なうてはならない。言うまでもなく孤立点ノイズを強調し、却って画質を劣化させるからである。前述の従来例にあってはこの対策が不十分であり、画質劣化の点で問題点があった。エッジフィルタ部53の係数を図示のとおり（図7と同一）とすると、エッジフィルタ部53における各要素間の積は、画素分布例のレベル1の画素（中央の画素）について、「 1×1 」となり、補正基礎信号 E_{basic} は「1.0」となる。一方、平面度評価フィルタ部67における各要素間の積は、画素分布例のレベル1の画素（中央の画素）について、「 1×0 」となり、増幅係数 $\Delta G'$ も「0」となる。したがって、この場合のゲイン調整部55の出力（エッジ加算信号 E ）は「0」となり、エッジ加算部56（図2参照）において輝度信号 Y にこの値「0」を加えても、輝度信号 $Y = \text{補正輝度信号} Y_{ed}$ であるから、不要なエッジ強調補正を行なわず、孤立点ノイズの強調問題を解決することができる。

【0040】以上説明のとおり、本実施の形態の主要な機能はカラープロセス回路35によってハード的に実現されているが、本発明の思想はこの実現形態に限定されない。すなわち、マイクロコンピュータ（例えば、図1のCPU40）を含むハードウェア資源と、OSや各種プログラムなどのソフトウェア資源との有機的結合によって機能的に実現することも可能であるから、このようなソフトウェアによる実現形態も本発明の思想に含まれる。この場合、ハードウェア資源およびOSは汎用のものを利用できるため、本発明にとって欠くことのない必須の事項は、実質的に、上記主要な機能を既述したアプリケーションプログラム（またはドライバプログラム等）に集約されているということがいえる。したがって、本発明は、そのプログラムのすべてまたはそのプログラムの要部を格納した、フロッピーディスク、光ディスク、コンパクトディスク、磁気テープ、ハードディ

スクまたは半導体メモリなどの記録媒体若しくはこれらの記録媒体を含む構成品（ユニット品や完成品または半完成品）を包含するものである。なお、上記記録媒体または構成品は、それ自体が流通経路にのるものはもちろんのこと、ネットワーク上にあって記録内容だけを提供するものも含まれる。

【0041】

【発明の効果】請求項1、請求項4、請求項15、請求項11又は請求項14記載の発明によれば、エッジ部分の画素値が小さな値の領域にあるときは、当該エッジ部分の画素値を弱めに修正してエッジ強調を行ない、一方、エッジ部分の画素値が大きな値の領域にあるときは、当該エッジ部分の画素値を強めに修正してエッジ強調を行なうことができる。したがって、メリハリのあるエッジ（エッジ部分の画素値が大きい）から程やかなエッジ（エッジ部分の画素値が小さい）まで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るエッジ強調装置を提供することができる。請求項2、請求項9、請求項12、請求項16又は請求項17記載の発明によれば、注目画素を含む $n \times n$ 個の画素平面内における画素値の平面度が大きい場合、例えば、孤立点ノイズのような画素分布の場合に、小さな増幅係数とすることができ、エッジ強調の度合いを弱めて孤立点ノイズの強調問題を解消できる。請求項3又は請求項13記載の発明によれば、二次元フィルタの要素間演算を行なうことにより、エッジ部分を抽出することができ、二次元フィルタは画像メモリ等によって容易に構成できるため、システムの簡素化を図ることができる。請求項5又は請求項6記載の発明によれば、メリハリのあるエッジ（エッジ部分の画素値が大きい）から程やかなエッジ（エッジ部分の画素値が小さい）まで様々なタイプのエッジを適応的に補正し得るエッジ強調装置を提供することができる。請求項7又は請求項10記載の発明によれば、孤立点ノイズの強調問題を解消できる。請求項8記載の発明によれば、過大なエッジ強調を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電子スチルカメラのブロック図である。

【図2】カラープロセス回路35の構成図である。

【図3】エッジフィルタ部53のフィルタ概念図およびフィルタ係数の一例を示す図である。

【図4】補正基礎信号 E_{basic} と増幅係数 ΔG との対応関係を示す相關図および補正基礎信号 E_{basic} とエッジ加算信号 E との対応関係を示す相關図である。

【図5】補正基礎信号 E_{basic} と増幅係数 ΔG との関係を表す他の特性線（屈曲点を持つもの）を示す図である。

【図6】他の実施の形態の要部構成図である。

【図7】孤立点ノイズの抑制検証のための説明図（1/2）である。

【図8】孤立点ノイズの抑制検証のための説明図（2/2）である。

【図9】従来の電子スチルカメラの要部概念構成図および色処理回路5の構成図である。

【図10】画像補正処理部10の構成図ならびに第一の画素配列例および第二の画素配列例を示す図である。

【図11】コアリング部13の入出力特性図である。

【符号の説明】

E エッジ加算信号（エッジ強調用補正值）

$P_{s,1}$ 小さな値の領域

$P_{s,1,1}, P_{s,1,2}$ 大きな値の領域

ΔG 増幅係数

$\Delta G'$ 増幅係数

53 エッジフィルタ部（二次元フィルタ、抽出手段）

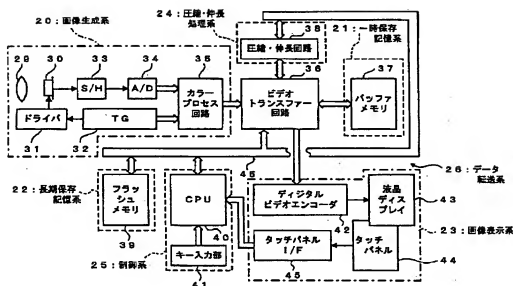
57 画像補正処理部（エッジ強調装置、ゲイン調整手段、変更手段）

63a 第1直線部（小さな値の領域）

63b 第2直線部（大きな値の領域）

67 平面度評価フィルタ部（ $n \times n$ 個の画素平面、評価手段）

【図1】



【図3】

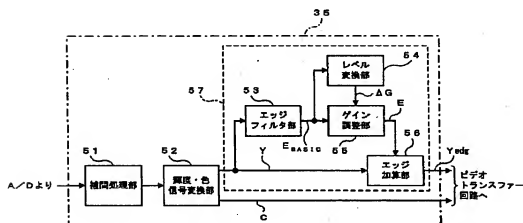
(a)

K_{NW}	K_N	K_{NE}
K_W	K_C	K_E
K_{SW}	K_S	K_{SE}

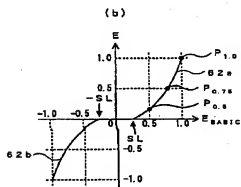
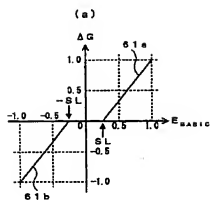
(b)

$-\frac{1}{12}$	$-\frac{2}{12}$	$-\frac{1}{12}$
$-\frac{2}{12}$	1	$-\frac{2}{12}$
$-\frac{1}{12}$	$-\frac{2}{12}$	$-\frac{1}{12}$

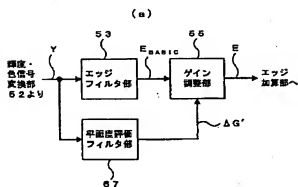
【図2】



【図4】



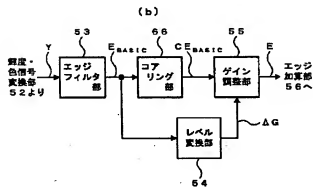
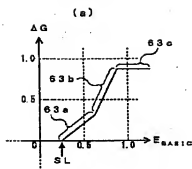
【図6】



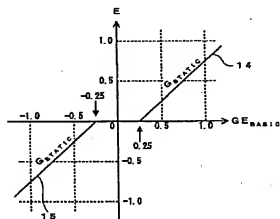
(b)

$-\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$
$\frac{1}{4}$	0	$\frac{1}{4}$
$-\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{4}$

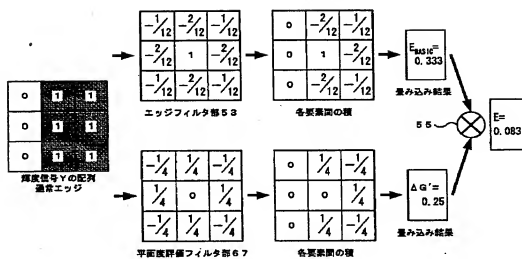
【図5】



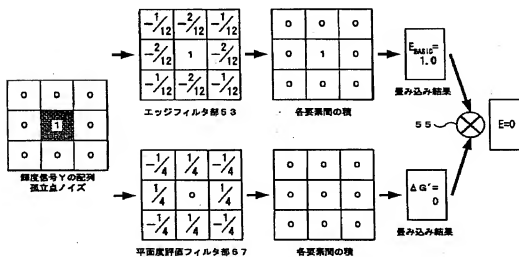
【図11】



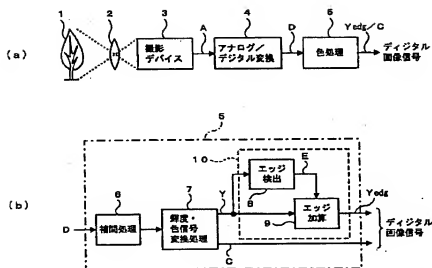
【図 7】



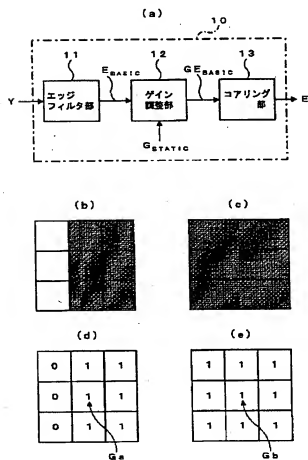
【図 8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) SB057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12
CB16 CE03 CE06 CH01 CH11
DA08 DB02 DB09 DC16
SC021 PA17 PA53 PA58 PA66 PA67
PA79 PA99 RA02 RA08 RB08
RC06 SA22 SA25 XB03
SC077 LL06 MP07 MP08 PP03 PP10
PP47 PP54 PP68 PQ03 PQ08
PQ12 PQ18 TT09